

КОМПЛЕКСНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ В БАРЕНЦЕВО МОРЕ И СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН В РАМКАХ МПГ 2007/08 НА НИС «ДАЛЬНИЕ ЗЕЛЕНЦЫ»

Д.В.МОИСЕЕВ, Е.А.ГАРБУЛЬ, Д.Г.ИШКУЛОВ,
Н.Н.МИШИНА, А.В.ЕЖОВ, И.А.НЕХАЕВ, А.А.ОПЕЙНИК(ММБИ КНЦ РАН)

В 2007 г. проведены три комплексные экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы»:

- 1) с 1 по 4 марта,
- 2) с 29 мая по 2 июня,
- 3) с 18 августа по 8 сентября.

Целями данных экспедиций являлись мониторинг морских акваторий и сбор данных для комплексного анализа и прогноза океанологических

и экосистемных процессов. В соответствии с этим выполнялись следующие задачи:

- определение гидрологических и гидрохимических параметров водной среды;
- изучение растительного и животного мира (морские млекопитающие, птицы, бентос и планктон);
- определение концентраций загрязняющих веществ в морской воде и пробах донного осадка.

Экспедиция 1-4 марта 2007 г.

Основу маршрута экспедиции составляли три разреза в Варангер-фьорде (губы Печенга, Малая и Большая Волоковая). Кроме того, выполнены станции в районе о. Кильдин, Кольском заливе и на траверзе некоторых мысов п-ова Рыбачий. Научный состав - восемь человек (начальник экспедиции Е.А.Гарбуль).

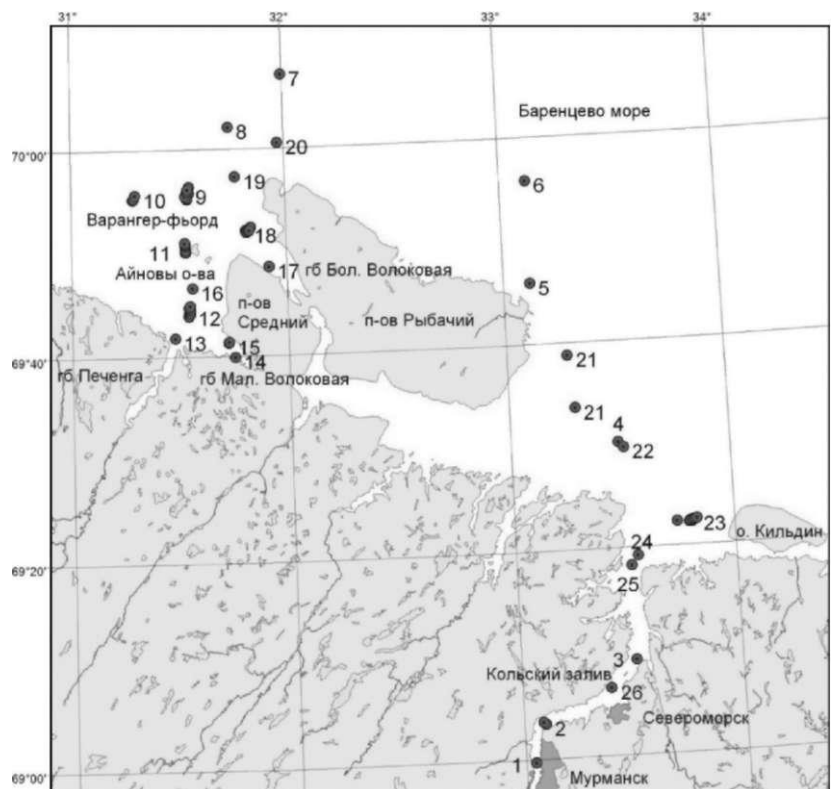
В ходе работ выполнено 26 станций. В течение всего рейса проводились наблюдения за морскими млекопитающими и птицами на станциях и по маршруту движения.

Океанографические исследования. Выполнено 22 СТД-профилеирования водной толщи от поверхности до дна на 22 станциях. Профилеирование проведено СТД-зондом SEACAT SBE 19plus. Проводились попутные метеонаблюдения: определение атмосферного давления, температуры воздуха в приводном слое, скорости ветра, визуальные наблюдения за облачностью, волнением и дальностью видимости. На станциях в Кольском заливе, где нельзя было остановиться для зондирования, измерена температура поверхностного слоя воды и взяты пробы воды на соленость.

В период экспедиции повсеместно наблюдалось квазиоднородное (вследствие осенне-зимней конвекции) вертикальное распределение температуры и солености воды. Температура менялась от 1,16 до 3,85 °С, соленость - от 34,02 до 34,63 ‰. Наименьшая температура воды зарегистрирована на станциях в Малой и Большой Волоковой губах, наибольшая - на станциях 6 и 7. Очевидно,

в губах произошло максимальное выхолаживание находящихся там водных масс в период, предшествующий наблюдениям. Станции 6 и 7, на которых к тому же отмечен максимум солености, ближе всего расположены к струе теплого и соленого Мурманского прибрежного течения, что и объясняет термохалинные свойства вод на этих станциях. Минимум солености - на станции 25 в опресняемом речным стоком Кольском заливе.

Расчет аномалий температуры и солености воды на самой южной станции VI разреза показал,



Маршрут и расположение станций экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» в марте 2007 г.



НИС «Дальние Зеленцы»

что значения средневзвешенной в слое от поверхности до дна температуры воды превышали среднемноголетние нормы на 1,1 °С, а солёности - на 0,18 ‰. Несмотря на это, 1 марта при визуальных наблюдениях все среднее колено Кольского залива из-за низких приводных значений температуры воздуха было покрыто тонким слоем молодого и битого льда. 4 марта лед в среднем колене Кольского залива уже не отмечен. Таким образом, в период экспедиции на исследованной акватории зарегистрированы квазиоднородные по своим термохалинным характеристикам от поверхности до дна прибрежные мурманские воды. При этом в губах на западе вода была холоднее, чем в открытом море и в Кольском заливе. На станции VI разреза отмечены положительные аномалии температуры и солёности воды.

Гидрохимические исследования. Всего в экспедиции на 14 гидрохимических станциях отобрано 22 пробы для определения комплекса гидрохимических параметров. Определялись следующие гидрохимические характеристики:

- биогенные вещества (фосфаты, общие и органические фосфор и азот, нитраты, нитриты, кремний);

- водородный показатель (рН);

- кислород (концентрация и процент насыщения).

Содержание кремния в морских водах определяется объёмной долей содержания пресного стока, деятельностью планктонного сообщества, сезонными зонами года и интенсивностью перемешивания морских и материковых вод. Распределение кремния в поверхностных и донных пробах неоднородно. В некоторых точках концентрации различаются почти в 2 раза. В сравнении с общими значениями выделяются большие поверхностные концентрации кремния в акватории порта и северном колене залива.

Содержание нитритного азота в морских водах также определяется множеством разнородных экологических факторов (ЭФ) - интенсивностью процессов биохимического окисления азоторганических соединений, свойствами водных масс и сезонами года.

Для станций 1-3 в Кольском заливе, как и для кремния, наблюдаются большие концентрации нитратов в поверхностном слое. Так же значительно различаются значения в поверхностных и придонных пробах для других станций.

Для нитратного азота в поверхностном слое на станциях 1-3 отмечена та же закономерность, его концентрация в направлении к выходу из залива уменьшается, но более плавно. Если сравнивать концентрации в поверхностных и придонных пробах, то для нитратного азота в придонном слое они несколько больше, причем такое распределение более закономерно, чем для нитритного азота. Для фосфатов на протяжении всего маршрута значительных изменений нет, за исключением станций 1-3, на которых отмечены повышенные концентрации и для других биогенов. Причем в придонных пробах концентрации фосфатов ниже, чем в поверхностных.

Бактерио- и фитопланктон. В ходе экспедиции на 17 гидробиологических станциях отобрана 51 проба морской воды с трех горизонтов для определения количественных показателей распределения фитопланктона, общего количества бактериопланктона и вирусологического анализа.

Зоопланктон. Отобрано 8 сетных проб для определения видового состава, общей численности и биомассы, а также численности и биомассы основных систематических групп и видов, пространственного и вертикального распределения, плотности распределения, продукционных характеристик основных видов (групп) «кормового» зоопланктона.

Макрозообентос. Отобрана 21 проба грунта дночерпателем Ван-Вина на 7 станциях для определения видового состава; общей численности и биомассы организмов макробентоса; анализа пространственного распределения и выявления типичных донных биоценозов; численности и биомассы организмов «кормового» бентоса и перспективных промысловых видов.

В Варангер-фьорде преобладают песчаные грунты (даже на глубинах более 100 м), поэтому там распространены типичные полихетогидроидохламусовые биоценозы. Станция 23 представлена тяжёлыми глинистыми грунтами с множеством трубок полихет *Spiochaetopterus tipicus*.

Наблюдения за птицами и морскими млекопитающими. Проводились на станциях и на маршруте. Определялись видовой состав и численность, распределение птиц, встреченных на маршруте, с выделением промысловых и редких, особо охраняемых видов, миграция птиц, характер поведения, состав стад морских млекопитающих.

Во время экспедиции встречено 22 вида птиц. Из них наибольшее число видов представлено утиными и чайковыми птицами. Наиболее многочисленны обыкновенная гага, крякva, морянка, моевка,

бургомистр и серебристая чайка. Орлан-белохвост и исландский песочник отмечены только в Кольском заливе, бакланы и турпан и тупик - в Варангер-фьорде, люрик, кайра, чистик - в прибрежных районах Баренцева моря, остальные виды встречались во всех районах наблюдений. Кроме того, за период наблюдений зарегистрировано 2 вида морских млекопитающих, представителей отряда ластоногих - обыкновенный тюлень и кольчатая нерпа.

Определение концентраций загрязняющих веществ. В период экспедиции отобрано:

– 8 проб донных отложений для определения тяжелых металлов (Cu, Pb, Cb, Zn) и радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr),

– 14 проб поверхностного слоя воды (0 м),
– 7 проб придонного слоя воды (дно) для определения тяжелых металлов (Cu, Pb, Cb, Zn).

Фактически за основу сетки станций в Варангер-фьорде приняты результаты последней съемки ММБИ в 1997 г. Но уже сейчас отметим, что в биоценозе сокращается доля арктических бентосных видов беспозвоночных и возрастает доля бореальных. В планктонных сообществах картина аналогична, но зависимость организмов зоо- и фитопланктона от гидрологических условий гораздо менее выражена. Существенных изменений видового состава и численности птиц не выявлено.

Экспедиция 29 мая - 2 июня 2007 г.

Экспедиционные работы проведены в прибрежье Центрального и Восточного Мурмана.

Научный состав - восемь человек (начальник экспедиции - канд. геогр. наук Д.В.Моисеев).

Всего в ходе экспедиции было выполнено 34 станции. В течение всего рейса проводились наблюдения за морскими млекопитающими и птицами на станциях и по маршруту движения.

Океанографические исследования. В ходе рейса СТД-зондом SEACAT SBE 19plus выполнено 22 СТД-профилирования водной толщи от поверхности до дна. Все станции сопровождались попутными метеонаблюдениями.

В период экспедиции на исследованной акватории зарегистрирована двухслойная структура прибрежных мурманских вод с верхним прогретым слоем. При этом температура воды уменьшалась в юго-восточном направлении. На станции 1 разрез за «Кольский меридиан» отмечены положительные аномалии температуры и солёности воды.

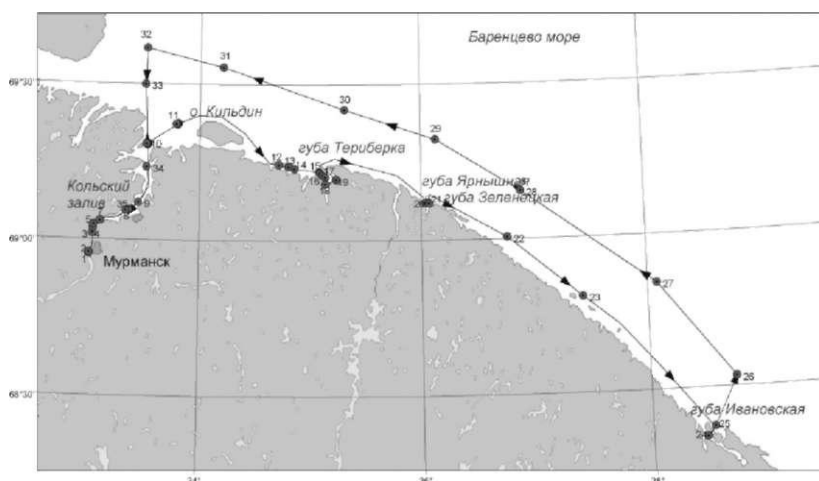
Гидрохимические исследования. Параметры гидрохимического комплекса измеряли по трем горизонтам: поверхность (0-1 м), слой скачка плотности и придонный горизонт (дно). Всего во время рейса для гидрохимических исследова-

ний отобрано и проанализировано 34 пробы морской воды. Определялись следующие гидрохимические характеристики: биогенные вещества (фосфаты, общие и органические фосфор и азот, нитраты, нитриты, кремний); pH; кислород (содержание и процент насыщения). В Кольском заливе насыщенность кислородом поверхностного слоя в районе мурманского морского порта не превышала 99 %, по направлению к выходу из залива содержание кислорода увеличивалось. В губе Ивановская насыщенность кислородом по всем трем горизонтам превышала 100 % и колебалась в пределах 104-108 %.

Значения БПК₅ в поверхностном слое Кольского залива колебались в пределах 1,3-1,6 мл/л. В губах Ярнышной, Зеленецкой и Териберской наблюдалась общая закономерность - наличие максимальных значений БПК₅ в слое скачка плотности.

В сравнении с общими значениями, выделялись большие поверхностные концентрации кремния на акватории порта Мурманск, в районе РТП «Атомфлот» и северном колене Кольского залива.

Распределение нитритного азота для всех станций на маршруте экспедиции было равномерным и несколько повышено в сравнении с зимними



Маршрут и расположение станций экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» в мае-июне 2007 г.



Подводный дистанционно управляемый аппарат Benthos Stingray во время работы



Фрагмент видеозаписи камеры подводного аппарата в губе Зеленецкой, глубина 13,5 м

значениями. При практически полном отсутствии нитратов в поверхностном и придонном слоях их содержание колебалось достаточно широко. На выходе из Кольского залива концентрация нитратного азота достигала 6,6 мкг-ат/л, в Териберской губе - 3,5 мкг-ат/л, в губе Ивановской - 0,5-0,4 мкг-ат/л. По данным, полученным в ходе экспедиции, повышенное содержание фосфатов отмечалось лишь в поверхностном слое вод Кольского залива - 1,5-2,5 мкг-ат/л, в Териберской губе - 1,5-2,5 мкг-ат/л и в районе Дальних Зеленцов - 3,4 мкг-ат/л.

Бактериопланктон. В ходе экспедиционной работы отобрано 35 проб морской воды с трех горизонтов для определения количественных показателей распределения гетеротрофной микрофлоры, общего количества бактериопланктона и проведения вирусологического анализа.

Фито- и зоопланктон. Отобраны 44 пробы на фитопланктон с трех горизонтов для определения видового состава, общей численности и биомассы, численности и биомассы основных систематических групп и видов, пространственного и вертикального распределения, плотности распределения.

Отобрано 10 сетных проб «кормового» зоопланктона для определения характеристик, указанных для фитопланктона, и продукционных характеристик основных видов (групп) зоопланктона.

Предварительный просмотр сетных сборов показал наличие массового развития фитопланктона в пелагиали восточных районов обследованной акватории. Локусы «цветения» приурочены к внешним частям отдельных губ и заливов. Биомасса сетного (без учета мелких форм) фитопланктона на станции 18 составила около 1,5-2,0 г/м² при глубине 65 м. В западных частях исследованного района прибрежья «цветение» отсутствует.

Макрозообентос. Отобраны 24 пробы грунта дночерпателем Ван-Вина на восьми станциях для определения видового состава; общей численности и биомассы организмов макробентоса; анали-

за пространственного распределения и выявления типичных донных биоценозов; численности и биомассы организмов «кормового» бентоса и перспективных промысловых видов.

Донные осадки на выходе из Кольского залива (станция 10) представлены тяжелыми глинистыми грунтами с множеством трубок *Spiochaetopterus typicus*. Главным образом здесь распространено сообщество полихет, а также немногочисленные амфиподы. В открытом море (станция 11) из-за больших глубин (более 200 м) в грунте также преобладает тяжелая глина с трубками *S. typicus*, а фауна представлена полихетами, офиурами и амфиподами. В салме Малая Оленья (станция 13) отмечены илистопесчаные с каменистым материалом донные осадки. Здесь зарегистрирована богатая фауна донных беспозвоночных, среди которых встречены офиуры, амфиподы, полихеты, двустворчатые моллюски, гидроиды и мшанки. На входе в губу Териберская (станция 15) в грунте преобладает крупный песок с камнями. Здесь распространено сообщество двустворчатых моллюсков и крупных полихет *Nephtyidae g.sp.* В фауне отмечены олигохеты, двустворчатые моллюски и крупные полихеты. Непосредственно в губе Териберской (станция 18) грунт представлен тяжелой глиной, кроме того, присутствует антропогенный мусор и отчетливо различается запах сероводорода.

В донных осадках губы Ярнышная (станция 20) представлен илистый песок. В фауне отмечены беспозвоночные: крупные двустворчатые моллюски и полихеты, балянусы, молодь камчатского краба. В грунте губы Зеленецкая (станция 21) преобладает илистый песок с большим количеством органических остатков. В фауне зарегистрированы амфиподы, полихеты, гастроподы и двустворчатые моллюски. В донных осадках губы Ивановская (станция 24) преобладает илистый песок с запахом сероводорода. Несмотря на это, здесь отмечена богатая донная фауна: балянусы, полихеты, двустворчатые моллюски, немертины, молодь камчатского краба.

Наблюдения за птицами и морскими млекопитающими. Проводились на станциях и на маршруте. Определялись видовой состав и численность, анализ распределения птиц, встреченных на маршруте, с выделением промысловых и редких, особо охраняемых видов, анализ миграции птиц, характер поведения, состав стад морских млекопитающих.

За время экспедиции проведены наблюдения на шести станциях и шести трансектах. Общая длина трансект - 41,85 км, площадь осматриваемой акватории для птиц - 2,51 км², для морских млекопитающих - 83,7 км². Во время наблюдений морские млекопитающие не отмечены.

Из птиц встречались большой баклан, северная олуша, гага обыкновенная, большой крохаль, сизая

чайка, серебристая чайка, морская чайка, моевка, полярная крачка, кайра и чистик. Для всех встреченных птиц рассчитана относительная численность на 1 км².

Определение концентраций загрязняющих веществ. Отобрано пять проб воды, десять проб донного осадка и одна проба водорослей на химическое (тяжелые металлы) и радиоактивное (искусственные радионуклиды) загрязнение для дальнейшего анализа. Одна из проб донного осадка на радионуклиды традиционно отобрана в районе гибели АПЛ К-159 у входа в Кольский залив.

Международная высокоширотная экспедиция 18 августа - 8 сентября 2007 г.

Основу маршрута экспедиции составили пять разрезов, кроме того, выполнены станции в районе Земли Франца-Иосифа и на траверзах некоторых губ и заливов Новой Земли.

Подводные исследования. В двух районах побережья Восточного Мурмана (губы Зеленецкая и Ивановская) проведены осмотр и видеосъемка дна и корпуса судна при помощи подводного дистанционно управляемого аппарата Benthos Stingray. Обследование дна осложнялось из-за повышенной мутности воды, обусловленной стоком талых вод.

Дальнейшие комплексные исследования в прибрежной зоне Баренцева моря имеют большую важность для фундаментальных исследований, а также для экологического мониторинга акватории.

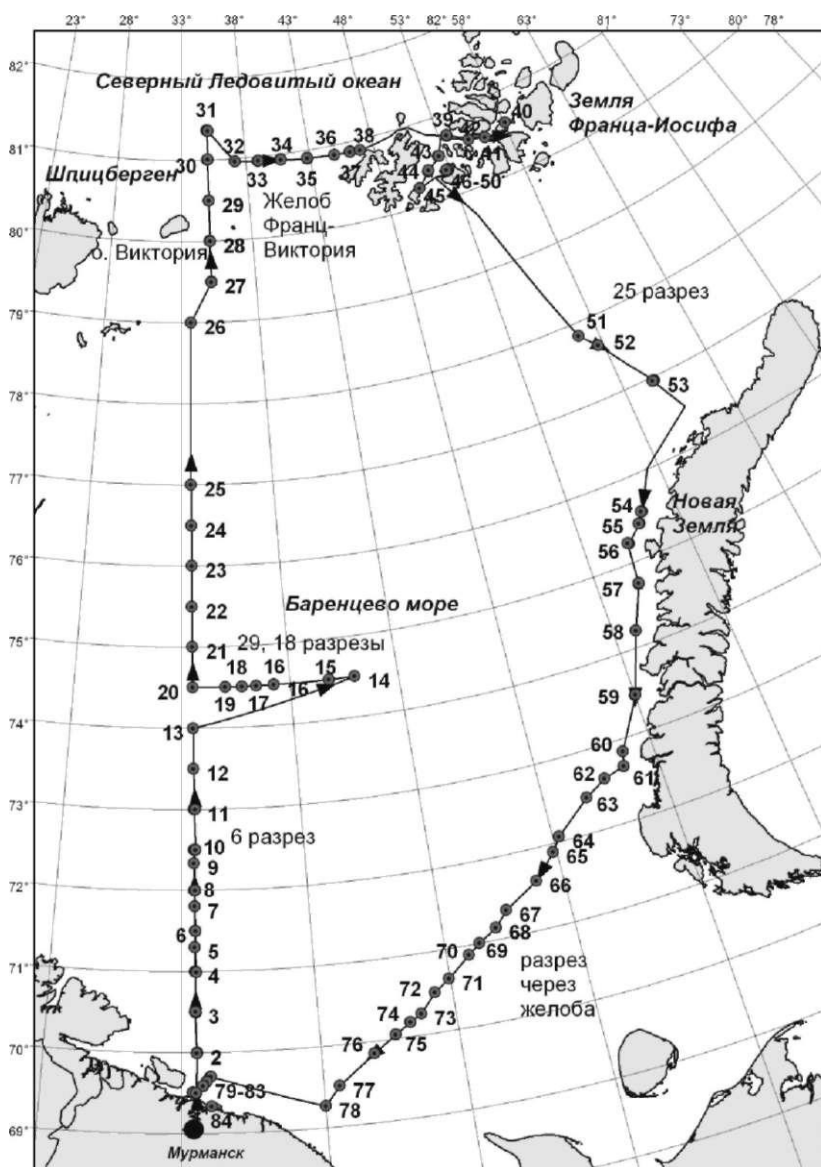
Научный состав - восемь человек, включая представителя Финского агентства по радиационной и ядерной безопасности (STUK). Начальник экспедиции - канд. геогр. наук Д.В.Моисеев.

В течение всего рейса выполнено 84 станции и 3 бентосных съемки при помощи трала Сигсби. Проводились наблюдения за морскими млекопитающими и птицами на станциях и по маршруту движения.

Океанографические исследования. Выполнено 83 СТД-профилирования водной толщи от поверхности до дна СТД-зондом SEACAT SBE 19plus. Попутно велись метеонаблюдения за атмосферным давлением, температурой воздуха в приводном слое, скоростью ветра, визуальные наблюдения за облачностью, волнением и дальностью видимости.

На разрезе «Кольский меридиан», продолженном до СЛО, необходимо отметить достаточно высокую температуру воды в целом по разрезу. Об этом свидетельствуют достаточно большие положительные значения аномалий температуры воды. В центральной части разреза наблюдался мощный заток атлантических вод, выраженный в положительных значениях аномалий солёности воды. Зарегистрирован значительный заток вод атлантического происхождения через желоб Франц-Виктория.

Гидрохимические исследования. Измерение параметров гидрохимического комплекса проводили по трем горизонтам: поверхность (0-1 м), слой скачка плотности и придонный горизонт (дно). Всего во время рейса для гидрохимических исследований отобрано и проанализировано 72 пробы морской воды. Определялись биогенные вещества (фосфаты,



Станции и маршрут международной высокоширотной комплексной экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» (18 августа - 8 сентября 2007 г.)



Гидрохимический анализатор
SKALAR SAN++
в судовой гидрохимической лаборатории

общий фосфор, органический фосфор, нитраты, нитриты, общий азот, органический азот, кремний); водородный показатель; кислород (концентрация и процент насыщения).

Одной из основных задач гидрохимических исследований в рейсе было тестирование анализатора SKALAR SUN++ в условиях судовой лаборатории. Хотя прибор создан для эксплуатации в стационарных береговых условиях, первое испытание в экспедиции он прошел успешно.

Фито- и зоопланктон. Отобрано 90 проб на фитопланктон с трех горизонтов для определения видового состава, численности и биомассы (общей и основных систематических групп и видов), пространственного и вертикального распределения, плотности распределения.

Отобрано 20 сетных проб для определения видового состава, общей численности и биомассы, численности и биомассы основных систематических групп и видов, пространственного и вертикального распределения, плотности распределения, продукционных характеристик основных видов (групп) «кормового» зоопланктона.

Макрозообентос. Отобрано 113 проб грунта дночерпателем Ван-Вина на 21 станции для определения видового состава, общей численности и биомассы организмов макробентоса, анализа пространственного распределения и выявления типичных донных биоценозов, численности и биомассы организмов «кормового» бентоса и перспективных промысловых видов. Также отобраны пробы макрозообентоса из двух тралов Сигсби.

Наблюдения за птицами и морскими млекопитающими. Проводились на станциях и на маршруте. Определялись видовой состав и числен-

ность, анализ распределения птиц, встреченных на маршруте, с выделением промысловых и редких, особо охраняемых видов, анализ миграции птиц, характер поведения, состав стад морских млекопитающих. В ходе работ экспедиции проведены наблюдения на 20 станциях и 13 трансектах. Общая длина трансект - 634,69 км, площадь осматриваемой акватории для птиц - 114,24 км², для морских млекопитающих - 175,79 км². Продолжительность наблюдений на станциях составила 30 ч. За весь период экспедиции на акватории Баренцева моря отмечено присутствие 15 видов птиц, 4 отрядов (трубноносые, гусеобразные, ржанкообразные и чистиковые). Для всех встреченных птиц рассчитана относительная численность на 1 км².

Всего за период наблюдений учтено 4 вида морских млекопитающих: белый медведь (*Ursus maritimus*), белуха (*Delphinapterus leucas*), атлантический морж (*Odobenus rosmarus*), гренландский тюлень (*Pagophilus groenlandicus*). Два медведя отмечены на о. Хейса. Один из них подплыл к борту НИС, но, испугавшись людей на палубе, вернулся на берег.

Микрорепалеонтологические исследования (фораминиферы). Для микрорепалеонтологических исследований отбирались верхние 1,5 см слоя осадка в объеме 20 см³. Данные об общем содержании раковин и проценте живых экземпляров - хорошие показатели условий среды обитания организмов. Параллельно из поверхностного слоя (0-5 см) отбирались пробы грунта (массой 100-200 г) для проведения гранулометрического анализа.

Изучение взвешенного вещества. С нулевого и придонного горизонта отбирались 8-литровым пластиковым батометром пробы морской воды в емкости объемом 2 л.

Определение концентраций загрязняющих веществ. В течение экспедиции собрано 4 пробы макрозообентоса из трех тралов Сигсби, 16 проб воды из поверхностного слоя на радиоактивное загрязнение и 6 проб на химическое загрязнение, 24 пробы донного осадка (слой 0-2 см) на химическое и радиоактивное загрязнение. В дальнейшем эти пробы будут анализироваться на содержание в них химических загрязнителей и радионуклидов.

Подводные исследования. Во время якорной стоянки в бухте Тихой предпринята попытка проведения подводных исследований при помощи аппарата Benthos Stingray. Прибор спустили на воду, пытаясь погрузить его, но из-за очень сильного отливного течения, усиленного сгоном, работать было невозможно.

Продолжение исследований в высоких широтах позволит не только получить новые данные, но и проследить временную динамику арктических экосистем.